تأثیر مدت‌زمان نگهداری چوب کاتین ممرز در جنگل بر خواص فیزیکی و مکانیکی آن (مطالعه موردی جنگل شصت کلاته گرگان)

خلیل‌الله زمانی[۱*]
محمدرضا کاوسی[۲]
ابوالقاسم خزاعیان[۳]
جهانگیر محمدی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۲] دانشیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۳] دانشیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۴] استادیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

مسئول مکاتبات:
Zamanikhalil56@Gmail.Com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، تعیین میزان کاهش کیفیت چوب ممرز (*Carpinus betulus*) بعد از سه دوره چهارماهه (۱۲ ماه) نگهداری در جنگل و مقایسه آن با ابتدای دوره و شناسایی قارچ‌های مخرب ظاهرشده بود. این تحقیق در جنگل شصت کلاته گرگان انجام شد. تعداد ۱۵ عدد کاتین از طبقه قطری ۳۰ سانتی‌متر با طول ۲۲۰ سانتی‌متر از یک درخت ممرز که همگی سالم بودند در داخل عرصه در شرایط یکسان و در تماس با خاک دپو شدند. در هر دوره، ۵۰ سانتی‌متر از آن‌ها قطع گردید و خواص فیزیکی و مکانیکی بر اساس روش‌های رایج و استانداردهای مربوطه اندازه‌گیری شد. قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید *Sterium hirsutum* Fr., *Trametes gibbosa* Fr. و *Trichaptum biformis Fr.* در کاتین‌ها شناسایی شدند. با توجه به نتایج با افزایش زمان نگهداری در جنگل تمامی خواص فیزیکی و مکانیکی به‌غیراز جذب آب، کاهش یافت. بیشترین و کمترین تغییر در خواص فیزیکی به ترتیب مربوط به درصد جذب آب و دانسیته بحرانی، همچنین بیشترین و کمترین تغییر در خواص مکانیکی به ترتیب مربوط به مقاومت به ضربه و مدول الاستیسیته بود.

واژگان کلیدی: چوب ممرز، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، تخریب چوب، جنگل شصت کلاته.

مقدمه

جنگل کامل‌ترین، باارزش‌ترین و متنوع‌ترین پوشش گیاهی زمین را تشکیل می‌دهد که در پی میلیون‌ها سال تکامل جوامع گیاهی شکل یافته است. افزایش جمعیت انسانی، متنوع شدن نیازهای انسان‌ها، به‌خصوص در دوران پس از انقلاب صنعتی، بهره‌برداری از جنگل، این عرصه‌ها را دچار مخاطره نموده و فشار بسیاری را به این عرصه‌ها وارد کرده است [۱]. برای تأمین نیاز جامعه به فرآورده-های چوبی راه‌حل‌های مختلفی وجود دارد که شامل؛ توسعه جنگل، زراعت چوب، بازیافت مواد سلولزی و استفاده از فرآورده‌های جایگزین می‌باشد. افزایش دوام محصولات چوبی با پیشگیری از تأثیر عوامل مخرب نیز می‌تواند به‌عنوان راه‌حل دیگری برای رسیدن به این هدف باشد[۲، ۳]. درختی که طی سالیان زیادی به سن بهره-برداری رسیده است، اگر به‌موقع و یا درست قطع و بهره‌برداری نشده و به مراکز مصرف حمل نگردد، ممکن است کیفیت و ارزش چوب آن در اثر فعالیت عوامل تجزیه‌کننده مواد آلی مانند قارچ‌ها کاسته شود [۴].

درخت ممرز یکی از باارزش‌ترین گونه‌های تولیدکننده چـوب کشور بوده و حدود ۳۳ درصد از کل حجم درختان جنگل‌های شمال را به خود اختصاص می‌دهد [۳، ۵]. با توجه به نیاز جامعه به چوب و مصنوعات چوبی، توجه به حفظ کیفیت چوب درختانی مانند ممرز، قبل از تبدیل به فرآورده‌های چوبی ضروری می‌باشد.

طبق پژوهش‌های انجام‌شده توسط پژوهشگران، دوام طبیعی گونه‌های چوبی مختلف در برابر عوامل مخرب متفاوت می‌باشد یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار که در دوام طبیعی نقش دارند، مواد استخراجی می‌باشند در گونه‌های چوبی بادوام ترکیبات فنولی، اسیدهای رزینی، ترپنوئیدها و تروپولونها خواص ضد قارچی دارند [۶، ۷، ۸].

Mohammedi و همکاران (۲۰۰۹) در مقاله ریخت‌شناسی آسیب و نوع قارچ‌های مخرب آثار چوبی بیان کردند پوسیدگی‌ها به دلیل آسیب‌های ساختاری و خصوصاً مصرف سلولز تخریب جبران‌ناپذیری را در چوب ایجاد می‌کنند و ازآنجایی‌که سلولز عامل اصلی استحکام چوب می‌باشد، آسیب آن مستقیماً ویژگی‌های فیزیکی چوب را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱]. Ebrahimi و Khorsandalam (۲۰۱۳) نیز بیان داشتند ضایعات و افت کیفیت چوب‌های استحصال‌شده در جنگل‌های تجاری کشور به دلیل طولانی بودن روند قطع و تبدیل و خروج از عرصه جنگلی تا حمل به مراکز مصرف با شیوه‌های موجود بسیار زیاد است [۴].Malekani و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر قارچ‌های مخرب را بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی چوب راش بررسی کردند، پس از ۱۴ هفته تأثیر قارچ *Coriolis versicolor* در آزمایشگاه، چوب برون و چوب درون به ترتیب ۳۶/۰۸ و ۳۲/۹۸ درصد کاهش وزن نشان داد و سختی آن‌ها کاهش یافت [۸]. Rostamian و همکاران (۲۰۱۳) ارتباط پوسیدگی درختان با قارچ‌های چوب زی و برخی از عوامل رویشگاهی در جنگل شصت کلاته گرگان را بررسی و نتیجه گرفتند که قارچ‌های چوب زی با تغذیه از بافت چوبی درختان جنگلی باعث خسارت به این درختان می‌شوند به‌طوری‌که مصرف موادی مانند سلولز و لیگنین توسط قارچ‌های چوب زی باعث پوسیدگی چوب درختان می‌شود [۹]. هدف از این پژوهش اندازه-گیری میزان خسارت وارده به چوب‌های کاتین ممرز استحصال‌شده درروش بهره‌برداری در ایران با اندازه‌گیری تغییرات برخی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب مانند دانسیته خشک، دانسیته بحرانی، هم کشیدگی حجمی، درصد جذب آب، مقاومت به ضربه، مقاومت به خمش (MOR, MOE)، سختی مقطع عرضی و سختی جانبی و معرفی نوع قارچ‌های مخرب ظاهرشده بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه موردمطالعه:

منطقه موردمطالعه، در جنگل آموزشی و پژوهشی شصت کلاته گرگان درشیب‌های شمالی سلسله جبال البرز و در ۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان گرگان بین ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه و ۵۷ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ۲۶ ثانیه طول شرقی قرارگرفته است.

محل مطالعه در جامعه راش - ممرزستان در ارتفاع ۴۰۰ متری از سطح دریا، با اقلیم خزری، تغییر دمای سالانه کم، رطوبت زیاد و بادهای شدید بحری و محلی و بارندگی نسبتاً زیاد با پراکنش مناسب در طول سال می-باشد. میزان بارندگی متوسط سالانه ۶۴۹ میلی‌متر است. طول دوره خشکی در محدوده منطقه موردمطالعه (سری یک شصت کلاته) حدود سه الی چهار ماه می‌باشد، این دوره تقریباً از اواسط خرداد شروع و تا اواخر تابستان ادامه دارد. بقیه ایام سال مرطوب می‌باشد، بر اساس منحنی آمبروترمیک جزو اقلیم نیمه مرطوب قرار می‌گیرد [۱۰].

روش اجرا

در فصل قطع و تبدیل درختان به چوب آلات جنگلی، تعداد ۱۵ عدد کاتین ممرز به طول ۲۲۰ سانتی‌متر از طبقه قطری ۳۰ سانتی‌متر برای انجام آزمایش‌ها لازم تهیه شد. روش انتخاب نمونه‌ها تصادفی و تعداد نمونه بر اساس تحقیقات مشابه انتخاب شد [۸]. کاتین‌های انتخاب‌شده در منطقه قطع‌شده در داخل جنگل و شرایط محیط طبیعی یکنواخت برای ادامه آزمایش‌ها شماره‌گذاری و دپو شدند. به‌منظور کاهش خطای آماربرداری و اشتباه در آزمایش‌ها، کاتین‌ها همگی سالم و از یک درخت ممرز

انتخاب گردید تا تأثیر تغییرات ژنتیکی و خاک و اقلیم در انحراف داده‌ها نیز به حداقل برسد، اندازه‌گیری‌ها به روش مخرب انجام شد. همواره از کاتین‌ها بخشی که نزدیک به سطح زمین بود، قطعات نمونه به طول ۵۰ سانتی‌متر قطع گردید (شکل ۱) و در کارگاه به ابعاد موردنظر تبدیل شدند سپس خواص فیزیکی (دانسیته، درصد جذب آب، هم کشیدگی) و خواص مکانیکی (سختی، مقاومت به خمش، مقاومت به ضربه) اندازه‌گیری شدند. زمان‌های نمونه‌گیری بلافاصله بعد از قطع و در سه دوره زمانی چهارماهه (۴، ۸ و ۱۲ ماهه) صورت گرفت و درمجموع برای هر خاصیت، ۶۰ نمونه برداشت شد و آزمایش‌های مربوطه در دوره‌های زمانی چهارماهه انجام شد.

شکل ۱- محل نمونه‌گیری از کاتین ممرز

شناسایی قارچ بر روی کاتین ممرز در جنگل

برای شناسایی نوع قارچ رشد کرده در کاتین‌ها در جنگل، نمونه‌برداری و تصویربرداری انجام شد سپس نمونه‌های جمع‌آوری‌شده جهت شناسایی به آزمایشگاه انتقال یافت؛ و پس از بررسی خصوصیات ظاهری آن‌ها مانند: اندازه بازیدیوکارپ، ضخامت بازیدوکارپ، رنگ سطح زیرین و زبرین قارچ، شکل اسپور، ساختمان میسلیوم و شکل منافذ مشخص شد سپس با استفاده از این اطلاعات و مراجعه به منابع معتبر شناسایی صورت گرفت [۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳].

خواص فیزیکی چوب ممرز

۱) دانسیته خشک[1]

اندازه‌گیری دانسیته خشک بر اساس استاندارد شماره ASTM-D143_19 انجام شد [۱۴]. برای انجام آزمون نمونه‌هایی به ابعاد ۱۵۰×۵۰ ×۵۰ میلی‌متر از چوب‌های مورد آزمایش تهیه شد و پس از خشک نمودن آن‌ها در آون تحت دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس، دانسیته خشک طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

رابطه (۱) $D_0= m_0/v_0$

D_0: دانسیته خشک ($gr.cm^{-3}$)، m_0 وزن خشک، v_0: حجم خشک نمونه‌ها

۲) دانسیته بحرانی[2]

دانسیته بحرانی بر اساس استاندارد شماره ISO 3131 انجام شد [۱۵]. برای اندازه‌گیری دانسیته بحرانی، نمونه‌هایی به ابعاد ۳۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر تهیه و به مدت یک هفته در آب خیسانده و حجم مرطوب آن‌ها اندازه-گیری شد. در ادامه نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس کاملاً خشک و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. با اندازه‌گیری وزن خشک و حجم مرطوب نمونه‌ها، دانسیته بحرانی طبق فرمول زیر به دست آمد:

رابطه (۲) $D_b = m_b/v_b$

D_b: دانسیته بحرانی ($gr.cm^{-3}$)، m_b : وزن خشک، v_b: حجم‌تر نمونه‌ها

[1] Dry Density

[2] Basic density

۳) درصد جذب آب[1]

اندازه‌گیری درصد جذب آب نمونه‌هایی به ابعاد ۳۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر تهیه و به مدت یک هفته در آب خیسانده و وزن‌تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. در ادامه نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس کاملاً خشک و وزن آن‌ها به دست آمد و با توجه به مقادیر وزنی اندازه‌گیری شده، درصد جذب آب بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

۱۰۰ × (وزن خشک/ (وزن خشک - وزن‌تر)) = درصد جذب آب

۴) درصد هم کشیدگی حجمی[2]

برای اندازه‌گیری هم کشیدگی حجمی بر اساس استاندارد BS 373 انجام شد [۱۶]. نمونه‌های به ابعاد ۳۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر تهیه‌شده به مدت یک هفته در آب خیسانده و بعد در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس خشک شد و سپس هم کشیدگی حجمی بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

۱۰۰ × (حجم‌تر/ حجم خشک – حجم‌تر) = درصد هم کشیدگی حجمی

خواص مکانیکی چوب ممرز

۱) سختی چوب[3]

سختی چوب با نیروی لازم جهت فرونشاندن کره‌ای به قطر ۱۱/۵ میلی‌متر، به‌اندازه شعاع آن، تعیین می‌گردد که واحد اندازه‌گیری آن نیوتن هست. تصویر سطح کره وقتی به‌اندازه شعاع خود وارد چوب شود یک سانتی‌متر است که توسط دستگاه Schenk ساخت کشور آلمان بر اساس روش استاندارد ASTM-D143_13 انجام شد. ابعاد نمونه‌ها ۵۰×۵۰×۱۵۰ میلی‌متر و اندازه‌گیری در سه جهت شعاعی، مماسی و مقطع عرضی انجام شد. در بررسی نتایج، سختی مقطع عرضی جدا بررسی شد و میانگین سختی شعاعی و مماسی به نام سختی جانبی بررسی شد [۱۵، ۱۷].

۲) انجام آزمون مقاومت به خمش[4] و محاسبه MOE و MOR

آزمایش خمش استاتیک بر اساس استاندارد شماره ISO 3133 انجام‌شده است [۱۸]. نمونه‌های خمشی با سطح مقطع ۲۰×۲۰ میلی‌متر و با طول دهانه ۲۵۰ میلی‌متر آزمایش شدند. نمونه‌ها تحت بار متمرکز در وسط دهانه قرار گرفتند. سرعت بارگذاری ۵ میلی‌متر در دقیقه انجام شد. با توجه به داده‌های حاصل از آزمون و رابطه‌های زیر، مدول گسیختگی (MOR) و مدول الاستیسیته (MOE) محاسبه شد:

$$MOR = (3 \times Pmax \times l) / (2 \times b \times h^2)$$
$$MOE = (P \times l^3) / (4 \times \delta \times b \times h^3)$$

P نیروی حد تناسب، Pmax: نیروی حد گسیختگی، l: طول دهانه فک، δ: خیز حد تناسب، b: عرض قطعه‌نمونه، h: ضخامت قطعه‌نمونه

۳) مقاومت به ضربه[5]

آزمایش‌های مقاومت به ضربه بر اساس استاندارد شماره ASTM-D143_11 انجام‌شده است. برای اندازه-گیری مقاومت به ضربه نمونه‌هایی به ابعاد اسمی ۲۸۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر تهیه و سپس با دستگاه Schenk آزمون مقاومت به ضربه انجام شد [۱۴]. با توجه به داده-های حاصل از آزمایش و رابطه زیر، مقاومت به ضربه محاسبه شد:

$$W_{st} = (A_{st} / A_t) \times W_t$$

W_{st}: مقاومت به ضربه، A_{st}: سطح مقطع استاندارد، A_t: سطح مقطع واقعی، W_t: مقاومت به ضربه واقعی

۴) مقایسه شدت تغییرات خواص اندازه‌گیری شده در چوب ممرز

در این بررسی تغییرات دانسیته خشک، جذب آب، هم کشیدگی، دانسیته بحرانی، مقاومت به ضربه، MOR، MOE، سختی مقطع عرضی و سختی جانبی چوب ممرز

[1] Water Absorption
[2] Volumetric Shrinkage
[3] Hardness
[4] Static Bending
[5] Toughness

جهت بررسی دقیق خواص فیزیکی و مکانیکی باهم مقایسه شده است.

آنالیز آماری

مقایسه تغییرات دانسیته خشک، جذب آب، هم کشیدگی، دانسیته بحرانی، مقاومت به ضربه، مقاومت به خمش (MOR و MOE)، سختی مقطع عرضی و سختی جانبی چوب ممرز در طی زمان‌های موردبررسی با آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در نرم‌افزار Spss16 انجام شد.

نتایج و بحث

شناسایی قارچ‌ها بر روی چوب ممرز پس از نگهداری در جنگل

با توجه به اندام‌های باردهی ظاهرشده و مشاهدات میکروسکوپی قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید *Sterium hirsutum* Fr. و *Trametes gibbosa* Fr. و *Trichaptum biformis* Fr. بر روی چوب ظاهر شدند (شکل ۲).

الف - *Sterium hirsutum Fr.* این قارچ بدون ساقه بادبزنی، نیم‌دایره و نامنظم و جداگانه به عرض ۵ تا ۳ سانتی‌متر، اما اغلب باهم مخلوط می‌شود، مو دار، یا موهای خفیف، رنگ متغیر، اما معمولاً قهوه‌ای مایل به قرمز یا قهوه‌ای مایل به زرد (گاهی اوقات ایجاد سایه سبز در سالمندان درنتیجه جلبک)؛ سطح زیرین صاف؛ قهوه‌ای زرد یا قهوه‌ای گاهی اوقات زرد تیره‌تر و کبود است.

ب –*Trametes gibbosa Fr.* قارچ نیم‌دایره‌ی بدون پایه، به قطر ۲۰-۵ سانتی‌متر و عرض ۳۰-۱۰ سانتی‌متر و ضخامت ۸-۱ سانتی‌متر، سطح‌رویی ابتدا سفید و سپس زرد کم‌رنگ مایل به خاکستری و سبز کم‌رنگ در ابتدا کرک‌دار و سپس صاف می‌شود. دارای بافت سفید که ابتدا نرم و بعد از خشک شدن سفت می‌گردد. سطح زیرین کلاهک قارچ سفید مایل به کرم دارای منافذ شیار مانند به عمق ۵-۱۵ میلی‌متر و بازیدیوم چماقی شکل دارای چهار استریگما می‌باشد.

ج- *Trichaptum biformis Fr.* قارچ یک‌ساله بادبزنی و شکل گلبرگ، بدون پایه، به عرض تا ۶ سانتی‌متر و ضخامت تا ۳ میلی‌متر، سطح‌رویی به رنگ خاکستری تا زرد نخودی و سطح زیرین ارغوانی تا بنفش کم‌رنگ، دارای حاشیه تیز، بازیدیوم چماقی شکل دارای چهار استریگما Basidiospores استوانه‌ای، کمی منحنی به ابعاد ۷-۶ × ۲/۵-۲ میکرون می‌باشد.[۱۱].

آثار تخریب ناشی از پوسیدگی بر روی برش مقطع عرضی چوب ممرز پس از ۱۲ ماه باقی ماندن در جنگل به‌وضوح دیده می‌شود. (شکل ۳).

الف) *Sterium hirsutumFr.*	ب) *Trametes gibbosa Fr.*	ج)*Trichaptum biformis Fr.*

شکل ۲- قارچ‌های ظاهرشده روی چوب ممرز نگهداری شده در جنگل

شکل ۳- تغییرات ظاهری مقطع عرضی چوب ممرز پس از ۱۲ ماه نگهداری در جنگل

خواص فیزیکی چوب ممرز

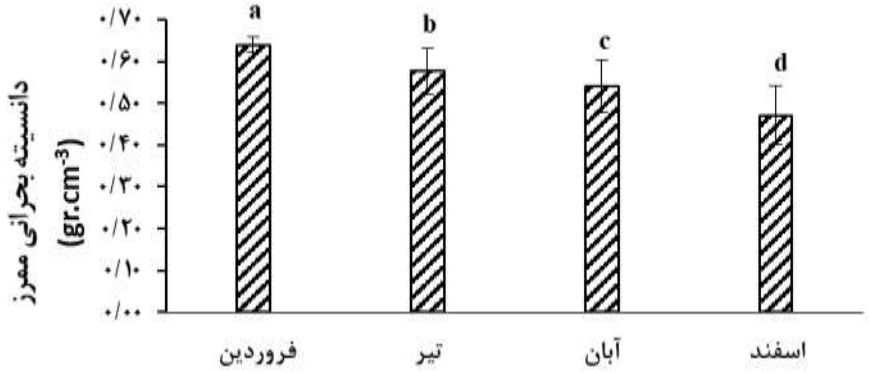
دانسیته خشک

نتایج آنالیز واریانس نشان داده است که بین تأثیر زمان‌های مختلف نگهداری چوب ممرز در جنگل بر مقدار دانسیته خشک در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن، مقادیر دانسیته خشک چوب ممرز در زمان‌های مختلف نگهداری در جنگل را در چهار گروه قرار داده است (شکل ۴). میزان کاهش دانسیته خشک به عواملی مختلفی چون میزان پوسیدگی و میزان تغییرات خلل و فرج (میزان حجم تهی موجود در بافت چوب) بستگی دارد، به‌طوری‌که با افزایش میزان هوازدگی و همچنین پوسیدگی چوب، خلل و فرج‌های ریز و گاهی درشت در ساختمان چوب ایجادشده و این پدیده موجب کاهش میزان دانسیته خشک چوب می‌شود. با توجه به نتایج با افزایش مدت‌زمان نگهداری در جنگل، میزان دانسیته خشک از حدود ۰/۷۶۵ gr/cm^3 در زمان اولیه به ۰/۵۳۳ gr/cm^3 بعد از ۱۲ ماه کاهش پیداکرده است که دلیل آن می‌تواند حمله و رشد قارچ‌های پوسیدگی سفید باشد [۸، ۱۵].

شکل ۴- تأثیر مدت‌زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل بر دانسیته خشک

دانسیته بحرانی

از نتایج تجزیه آنالیز واریانس مشخص شد که بین تأثیر زمان‌های مختلف نگهداری چوب ممرز در جنگل بر میزان دانسیته بحرانی در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن نیز مقادیر دانسیته بحرانی چوب ممرز را در زمان‌های مختلف نگهداری در چهار گروه قرار داده است (شکل ۵). میزان کاهش دانسیته بحرانی به عواملی مختلفی چون میزان جذب آب و میزان خلل و فرج ناشی از پوسیدگی و هوازدگی بستگی دارد، به‌طوری‌که با افزایش میزان پوسیدگی چوب، خلل و فرج-های در بافت چوب ایجادشده و این پدیده موجب افزایش جذب آب و کاهش میزان دانسیته بحرانی چوب می‌شود [۱۹]. با توجه به نتایج دانسیته بحرانی با افزایش زمان نگهداری چوب در جنگل کاهش‌یافته که عامل آن می‌تواند افزایش میزان خلل و فرج در اثر فعالیت قارچ‌های مخرب باشد.



شکل ۵- تأثیر مدت‌زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل بر دانسیته بحرانی

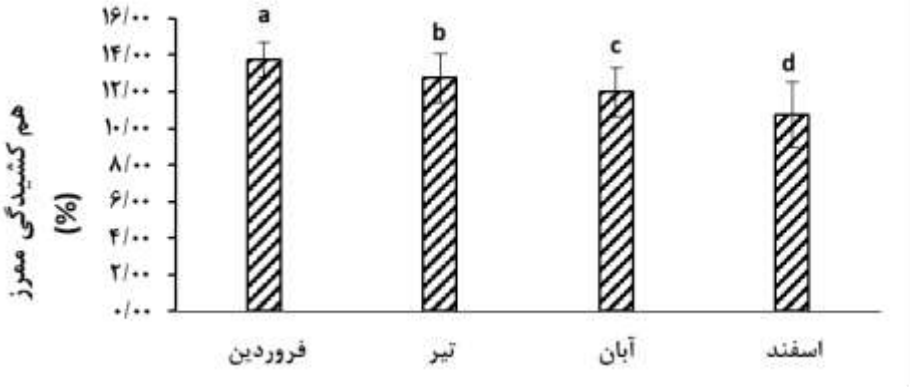
جذب آب

با توجه به نتایج آنالیز واریانس بین مدت‌زمان‌های مختلف نگهداری چوب ممرز در جنگل و میزان جذب آب در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بر اساس نتایج آزمون دانکن مقادیر جذب آب چوب ممرز در زمان‌های مختلف نگهداری در چهار گروه قرار داده است (شکل ۶). میزان جذب آب بستگی به عواملی مختلفی چون میزان پوسیدگی، افزایش میزان هوازدگی، میزان خلل و فرج و دانسیته دارد، به‌طوری‌که با افزایش میزان هوازدگی و همچنین پوسیدگی چوب، خلل و فرج‌های ریز و گاهی درشت در بافت چوب ایجادشده و این پدیده موجب افزایش میزان جذب آب در چوب می‌شود [۱۹]. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده‌شده است، با افزایش زمان نگهداری میزان جذب آب افزایش‌یافته (از ۵۲ درصد در فروردین به ۱۲۴ درصد در اسفندماه) که دلیل آن می‌تواند افزایش میزان خلل و فرج و کاهش دانسیته چوب درنتیجه حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی چوب باشد.

شکل ۶-تغییرات میزان جذب آب چوب ممرز در اثر باقی ماندن در جنگل

هم کشیدگی حجمی

بر اساس نتایج آنالیز واریانس بین مدت‌زمان‌های مختلف نگهداری چوب ممرز در جنگل و میزان هم کشیدگی حجمی در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن نیز مقادیر هم کشیدگی چوب ممرز در زمان‌های مختلف نگهداری در جنگل را در چهار گروه جداگانه نشان داده است (شکل ۷). میزان کاهش هم کشیدگی به عواملی مختلفی مانند میزان مواد، ساختار شیمیایی، میزان جرم دیواره سلولی، میزان خلل و فرج و همچنین دانسیته چوب بستگی دارد. به‌طوری‌که با افزایش میزان جرم دیواره سلولی و دانسیته چوب هم کشیدگی زیاد و با افزایش میزان خلل و فرج و کاهش میزان دانسیته و جرم دیواره سلولی میزان هم کشیدگی کم می‌شود [۲۰]. با توجه به نتایج در اثر افزایش زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل، میزان هم کشیدگی کاهش‌یافته که دلیل آن کاهش میزان دانسیته چوب درنتیجه حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید و کاهش میزان لیگنین می‌باشد.

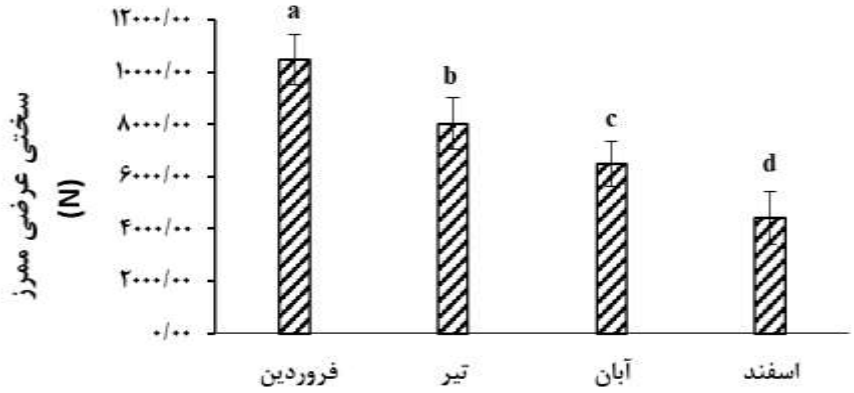


شکل ۷- تغییرات هم کشیدگی حجمی چوب ممرز در زمان‌های مختلف نگهداری چوب در جنگل

خواص مکانیکی

سختی مقطع عرضی

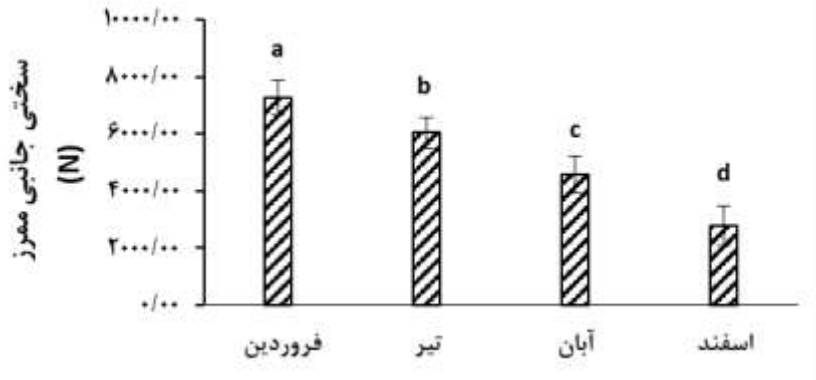
نتایج تجزیه آنالیز واریانس نشان داده است که بین تأثیر زمان‌های متفاوت نگهداری چوب ممرز در جنگل و میزان سختی مقطع عرضی در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر سختی مقطع عرضی چوب ممرز در زمان‌های مختلف نگهداری را در چهار گروه قرار داده است (شکل ۸). میزان کاهش سختی مقطع عرضی به عواملی مختلفی چون دانسیته و همچنین تخریب بافت چوب درنتیجه عوامل مختلفی چون پوسیدگی بستگی دارد [۷]. به‌طوری‌که با افزایش میزان هوازدگی و همچنین پوسیدگی چوب، خلل و فرج‌های ریز و گاهی درشت در ساختار چوب ایجادشده و این پدیده موجب کاهش دانسیته و در پی آن سختی مقطع عرضی چوب می‌شود. با توجه به نتایج با افزایش زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل که احتمالاً دلیل آن کاهش دانسیته چوب درنتیجه خسارت قارچ‌های عامل پوسیدگی و تخریب بافت چوب می‌باشد [۳].



شکل ۸- تأثیر مدت‌زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل بر سختی مقطع عرضی آن

سختی جانبی

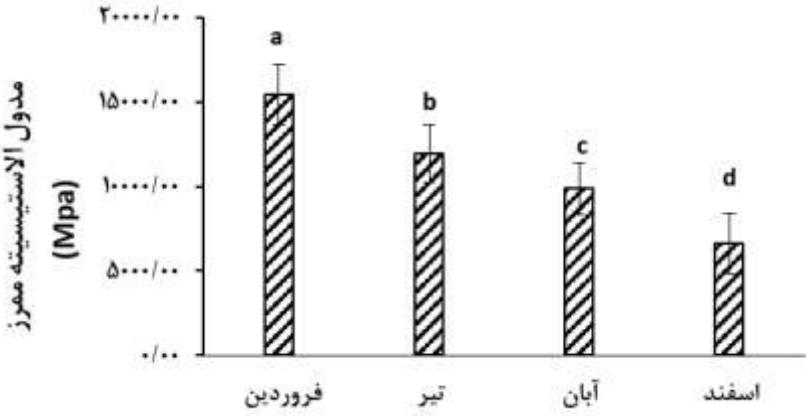
بر اساس نتایج آنالیز واریانس بین تأثیر مدت‌زمان‌های متفاوت نگهداری چوب ممرز در جنگل و میزان سختی جانبی در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر سختی جانبی چوب ممرز در طول ماه‌های مختلف نگهداری را در چهار گروه قرار داده است (شکل ۹). میزان کاهش سختی جانبی چوب به عوامل مختلفی چون افزایش پوسیدگی و میزان کاهش دانسیته بستگی دارد، به‌طوری‌که با افزایش پوسیدگی چوب، خلل و فرج‌های ریز و گاهی درشت در ساختار چوب ایجادشده و این پدیده موجب کاهش دانسیته و میزان سختی جانبی چوب می‌شود [۱۸]. با توجه به نتایج با افزایش زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل، میزان سختی جانبی کاهش‌یافته که می‌تواند به دلیل افزایش تخریب ساختمان سلول چوب در اثر پوسیدگی باشد [۳].



شکل ۹- تأثیر زمان نگهداری بر سختی جانبی چوب ممرز در ماه‌های مختلف سال

مدول الاستیسیته چوب ممرز (MOE)

نتایج آنالیز واریانس نشان داده است که بین تأثیر زمان‌های مختلف نگهداری در جنگل بر میزان مقاومت خمشی (مدول الاستیسیته) چوب ممرز در سطح اطمینان ٪۹۵ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر مدول الاستیسیته چوب ممرز در ماه‌های مختلف نگهداری در جنگل را در چهار گروه قرار داده است (شکل ۱۰). میزان کاهش مدول الاستیسیته به عواملی مختلفی چون کاهش دانسیته، تراکم بافت چوب و ساختار سلول بستگی دارد، به‌طوری‌که با افزایش میزان پوسیدگی چوب، تغییر در دانسیته و ساختار چوب ایجادشده و این پدیده موجب کاهش میزان مقاومت چوب در برابر نیروی اعمالی و کاهش مدول الاستیسیته چوب می‌شود [۱۹، ۲۱، ۲۲]. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده با افزایش زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل، میزان مدول الاستیسیته کاهش‌یافته، به‌طوری‌که مدول الاستیسیته چوب ممرز از ۱۵۴۴۲ مگاپاسکال در زمان اولیه به ۶۶۲۴ مگا پاسکال در مرحله چهارم کاهش‌یافته که احتمالاً دلیل آن افزایش تخریب ساختمان چوب درنتیجه افزایش زمان پوسیدگی و تخریب چوب به‌وسیله قارچ‌ها می‌باشد.

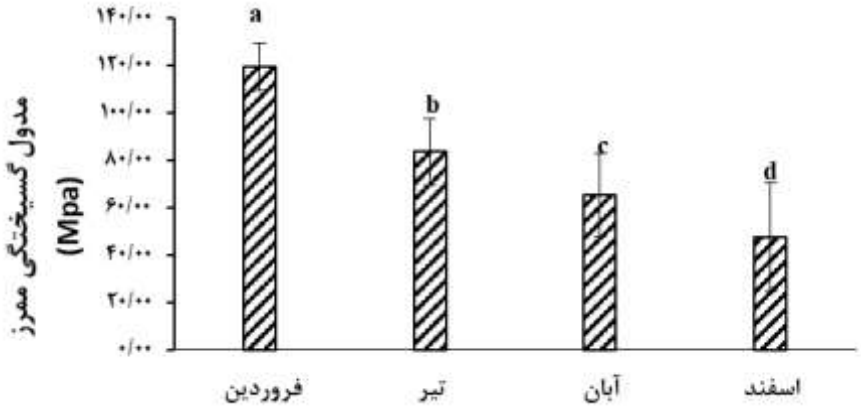


شکل ۱۰-تأثیر زمان نگهداری بر مدول الاستیسیته چوب ممرز (MOE) در ماه‌های مختلف سال

مدول گسیختگی چوب ممرز (MOR)

نتایج آنالیز واریانس نشان داده است که بین تأثیر زمان‌های مختلف نگهداری در جنگل بر میزان مدول گسیختگی چوب ممرز در سطح اطمینان ٪۹۵ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر مدول گسیختگی چوب ممرز در زمان‌های مختلف نگهداری را در چهار گروه قرار داده است (شکل ۱۱). میزان کاهش مدول گسیختگی به عواملی مختلفی چون میزان پوسیدگی و میزان دانسیته بستگی دارد، به‌طوری‌که با افزایش

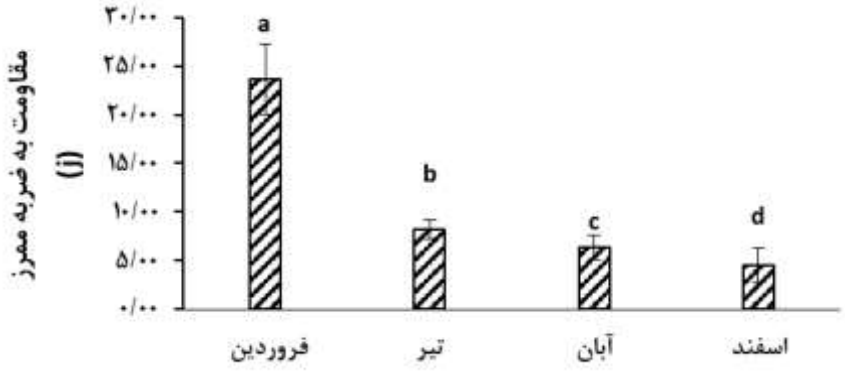
پوسیدگی چوب، دانسیته کم می‌شود که موجب کاهش میزان مقاومت خمشی (مدول گسیختگی) چوب می‌شود [۱۹، ۲۲، ۲۳]. با توجه به نتایج این مطالعه مدول گسیختگی چوب ممرز با افزایش زمان نگهداری در جنگل کاهش‌یافته و کمترین میزان مدول گسیختگی مربوط به ماه اسفند بوده است. با افزایش زمان نگهداری در جنگل میزان پوسیدگی چوب افزایش‌یافته که منجر به افزایش تخریب بافت چوب شده و این امر موجب کاهش میزان مدول گسیختگی شده است.



شکل ۱۱- تأثیر زمان نگهداری بر مدول گسیختگی چوب ممرز (MOR)

مقاومت به ضربه چوب کاتین‌های ممرز

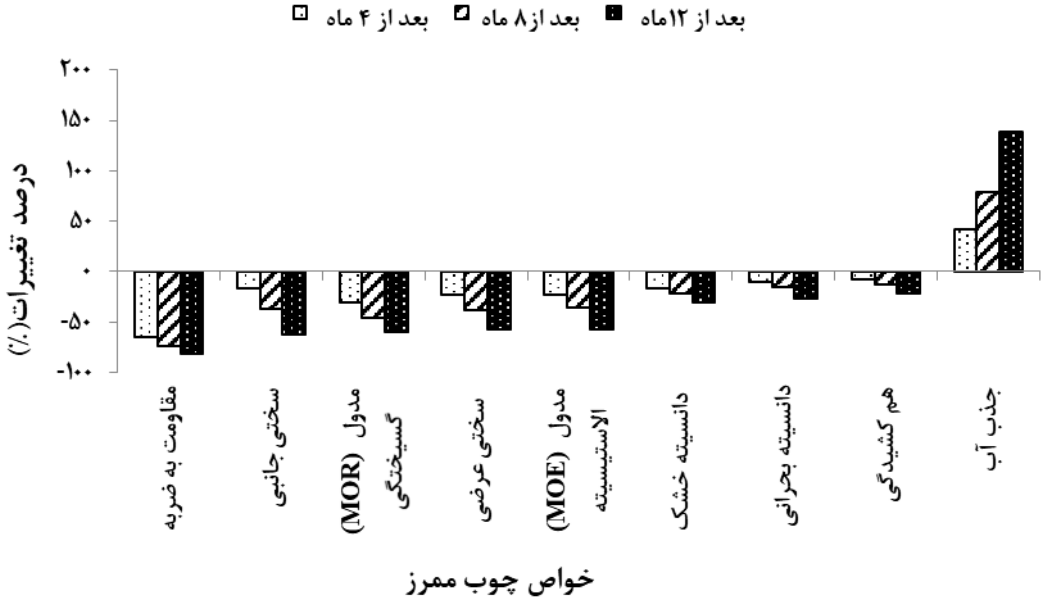
نتایج تجزیه آنالیز واریانس نشان داده است که بین تأثیر دوره‌های زمانی مختلف نگهداری در جنگل بر میزان مقاومت به ضربه چوب ممرز در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر مقاومت به ضربه چوب ممرز در زمان‌های مختلف نگهداری را در چهار گروه قرار داده است (شکل ۱۲). مقاومت به ضربه از طریق میزان جذب انرژی درحرکت اندازه‌گیری می‌شود و میزان جذب انرژی وابستگی زیادی به میزان جرم ماده و دانسیته دارد، براثر پوسیدگی میزان دانسیته کاهش‌یافته و درنتیجه مقاومت به ضربه نیز کاهش خواهد یافت [۶، ۱۷، ۲۴]. با توجه به نتایج با افزایش زمان نگهداری چوب ممرز در جنگل، میزان مقاومت به ضربه چوب ممرز از ۲۳/۶۳ ژول در مرحله اولیه به ۴/۴۶ ژول در مرحله چهارم کاهش‌یافته که دلیل آن افزایش میزان پوسیدگی و کاهش دانسیته چوب می‌باشد.



شکل ۱۲- تأثیر زمان نگهداری بر مقاومت به ضربه چوب ممرز

درصد تغییرات صفات چوب ممرز پس از دوره-های زمانی مختلف نگهداری در شرایط طبیعی جنگل

نتایج تغییرات خواص چوب ممرز درنتیجه نگهداری در جنگل نشان داد که تمام خواص غیر از میزان جذب آب کاهش پیداکرده است. همان‌طور که در شکل ۱۳ آورده شده است، تمامی ویژگی‌ها به غیر جذب آب، کاهش پیدا نموده است. در بین ویژگی‌های فیزیکی بیشترین تغییرات مربوط به جذب آب و در بین ویژگی‌های مکانیکی بیشترین تغییرات مربوط به مقاومت به ضربه بوده است.



شکل ۱۳- درصد تغییرات خواص چوب ممرز پس از دوره‌های زمانی مختلف نگهداری در جنگل

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد بعد از ۱۲ ماه باقی ماندن کاتین‌های ممرز در جنگل و در تماس با خاک، کلیه خواص مکانیکی آن به‌طور معنی‌دار در سطح ٪۹۵ کاهش یافتند. بیشترین کاهش مربوط به مقاومت به ضربه این چوب به میزان ۸۱ درصد بود، چون مقاومت به ضربه طبق نظر محققین خیلی حساس به پوسیدگی می‌باشد [۶،۲۴].

کاهش معنی‌دار مدول گسیختگی (۶۰ درصد) حاکی از پوسیده شدن چوب گونه ممرز پس از ۱۲ ماه می‌باشد به خاطر اینکه قارچ‌های مولد کپک تأثیری بر روی MOR ندارند و قارچ‌های عامل باختگی حداکثر ۲۰ درصد این خاصیت را کاهش می‌دهند [۶].

نکته مهم اینکه نتایج نشان داد براثر فعالیت قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید.Sterium hirsutum Fr ,Trametes gibbosa Fr. و Trichaptum biformis Fr. بر روی کاتین‌های چوب ممرز سرعت آسیب بسیار سریع بود به-طوری‌که پس از چهار ماه مقدار مقاومت به ضربه ۶۵ درصد و مدول گسیختگی آن ۳۰ درصد کاهش یافت به‌عبارت‌دیگر این سرمایه سریع از دست رفت و برای صنایع ساختمان‌سازی و یا مبل‌سازی ارزش خود را ازدست‌داده است. در صورت استفاده از این چوب در صنعت دوام لازم را نخواهد داشت و در صورت طولانی بودن زمان دپو در جنگل، کیفیت آن بسیار کاهش خواهد یافت و به هیزم تبدیل می‌شود، ارزش اقتصادی این چوب وقتی مبنای فروش وزن باشد کم شد، با کاهش دانسیته بعد از چهار ماه به میزان ۱۶ درصد و کاهش رطوبت، وزن آن نیز کم شده است؛ بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بعد از ۱۲ ماه نگهداری چوب در جنگل، کاهش خواص مکانیکی به ترتیب اولویت مقاومت به ضربه، سختی جانبی، مدول گسیختگی، سختی عرضی و مدول الاستیسیته بود.

بنابراین پیشنهاد می‌شود، با توجه به‌سرعت بالای کاهش کیفیت چوب‌های استحصال‌شده در جنگل بازنگری مراحل بهره‌برداری از درختان جنگل بسیار ضروری است و باید اقدامات حفاظتی را از ابتدای قطع چوب به عمل آورد و قوانین و دستورالعمل‌های بهره‌برداری را اصلاح کرد و مراکز تبدیل چوب آلات را در کنار جنگل مستقر کرد و زمان قطع درخت و رساندن آن به مراکز مصرف را بسیار کوتاه کرد تا از سرمایه‌ی تولیدشده حفاظت شود.

منابع

[1] Mohammadi, M., Vatan-e Khah, Gh. and Enayati, A., 2009. Morphology of damages and type of fungal damage to wood work. Two Quarterly Journal of Restoration of Cultural Heritage, 5 (3): 81-76. (In Persian).

[2] Sarikhani, N., 1991. Forest Utilaization. Tehran Univ. Press, 776 p. (In Persian).

[3] Mahdavi, S. and Habibi, M.R., 2004. Comparative study of trunk lumber fiber dimensions with Carpinus betulus L. Journal of Iranian Wood and Paper Sciences, 19(2): 243-258. (In Persian).

[4] Ebrahimi, GH.and Khorsandalam, M., 2013. Exploitation of Iran's Commercial Forests and waste production and its executive mechanism. The Congress of University, Government, Industry. Nov.30, Karaj Azad University, p 2-18. (In Persian).

[5] Arastou, S., 1995. fundementals of practical economics in forest management. Tehran University Publications, 341 p. (In Persian).

[6] Parsapajouh, D., 1994. Wood technology. Tehran University Publications, 404 p. (In Persian).

[7] Jorbandian, A. and Masteri Farahani, M.R., 2012. Introduce of some effective extractives compounds in natural durability of wood. Gorgan, Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources. 1(2):105-109. (In Persian).

[8] Malekani, M., Khademeslam,H.o., Hosseinihashemi, S.KH. and Zeinaly, F., 2014. Influence of Fungal Decay On Chemi-mechanical properties Of Beech wood (Fagus Orientalis). Journal of Cellulose Chemistry and Technology, 48(2): 97-103.

[9] Rostamian, M., Kavosi, M.R., Shataee, Sh. and Mohammad Alipour Malekshah, A.A., 2013. Relationship of trees decaying white wood fungi and some of habitat factors in the Shastkolateh forest of Gorgan. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 20 (3): 167-181(In Persian).

[10] Planning of forest management District one ShastKolateh Forest, 2007. 517 pp. (In Persian)

[11] Fries, E.M., 1849. Summa vegetabilium Scandinaviae, 2:259-572.

[12] Mousazadeh, S.A., 2009. Ecosystematic Study of Polyporales fungi in Mazandaran Forests-Neka. M.Sc. Thesis, Azad University of Gorgan. 217 p. (In Persian**).**

[13] Younesabady, L., Kavoosi, M.R., 1391. Identification of Braket fungi in the series of one Shastkelate educational and research forest. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 98 p.

[14] Standard methods for testing small clear specimens of timber. Annual Book of ASTM Standard, D 143-94, 2000.

[15] Wood - Determination of density for physical and mechanical tests, ISO 3131, 1975.

[16] Skarvelis, M., I.and Mantanis, G.I., 2003. Physical and Mechanical properties of beech wood harvested in the Greek public forest. Wood Research, 58 (1).

[17] Bendtsen, B.A. and Ethington, R.L., 1975. Mechanical properties of 23 species of eastern hardwoods. Res. Note FPL–RN–0230. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.12 p.

[18] Khazaeian, A., Yaghmaei, F. and Tabarsa, T., 2009. Investigation on Bending and Compression Strength of Paulownia fortunie Wood Grown in Gorgan Region. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 16(3):1-22 (In Persian).

[19] Ebrahimi, GH., Rostempour, A., Taheri, F. and Karimi,A.N., 2015. Wood: Structure and Properties. Tehran Univ. Press, 488 p. (Translated In Persian).

[20] Bozorgi, C.and Sheikholeslami, A., 2016. Investigation Of Shrinkage Coefficient in Mixed Beech Forest in Hajikola Tirunkeli - Sari. Journal of Renewable Natural Resources Research, 7(1): 1-10 (In Persian).

[21] Kaboorani, A., Blanchet, P. and Laghdir, A., 2013. A rapid method to assess viscoelastic and mechanosorptive creep in wood. Wood and fiber science, 45(4):370-382

[22] Ishimaru, Y., Oshima, K. and Iida, I., 2001. Changes in the mechanical properties of wood during a period of moisture conditioning. Journal of Wood Science, 47(4):254-261.

[23] Moosavi,V., KhademiEslam, H., Bazyar, Najafi, A.and Talaeepoor, M., 2016. The effect of altiude on bending creep behaviour of hornbeam. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 7(3):387-399.

[24] Ebrahimi, GH., 2012. Mechanics of Wood and wood Composites.Tehran University Publications, 646 p.(In Persian).

The effect of storage time of hornbeam billet wood on its physical and mechanical properties in the forest (case study: Gorgan Shastkalateh forest)

Abstract

The purpose of this study was to measure the amount of quality decrease in the hornbeam (*Carpinus betulus)* wood after three periods of four months storage (12 months) in the forest and compare it with the beginning of the period and identify the destroying fungi that appeared**.** This research was carried out in Shastkolah forests in Gorgan. 15 Billets with 30 cm diameter class and length of 220 cm were cut from a hornbeam tree and stored inside the forest under the same conditions and in contact with soil. The billets were cut at 50 cm intervals at each stage and physical and mechanical properties were measured based on conventional methods and according to related standards. The white rot fungi *Sterium hirsutum (Willd.), Trametes gibbosa Fr.,* and *Trichaptum biformis Fr.* were identified on the billets. According to the results, with increasing storage time in the forest, all physical and mechanical properties, except water absorption, decreased. The maximum and minimum changes in physical properties were related to the percentage of water absorption and basic density, respectively. Moreover, the maximum and minimum changes in mechanical properties were related to impact resistance and modulus of elasticity, respectively.

Keywords: hornbeam wood, physical properties, mechanical properties, wood decay, Shast kolateh forest.

KH. Zamani[1*]
M. Kavosi[2]
A. Khazaeian[3]
J. Mohamadi[4]

[1] Phd student, Faculty of forest science, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran

[2] Associate prof., Faculty of forest science, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran

[3] Associate prof., Faculty of forest science, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran

[4] Assistant prof., Faculty of forest science, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran

Corresponding author:
Zamanikhalil56@Gmail.Com

Received: 2018/05/21
Accepted: 2018/05/30